

***IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE***

Applicant: Takatoshi TSUJIMURA et al.

Title: ORGANIC LIGHT-EMITTING DEVICE, ORGANIC LIGHT-  
EMITTING DISPLAY APPARATUS, AND METHOD OF  
MANUFACTURING ORGANIC LIGHT-EMITTING DISPLAY  
APPARATUS

Appi. No.: Unassigned

Filing Date: 09/25/2003

Examiner: Unassigned

Art Unit: Unassigned

**CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY**

Commissioner for Patents  
PO Box 1450  
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

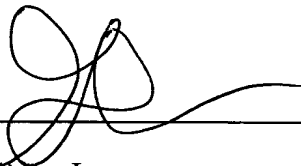
The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

- JAPAN Patent Application No. 2002-281527 filed 09/26/2002.

Respectfully submitted,

By



Glenn Law  
Attorney for Applicant  
Registration No. 34,371

Date September 25, 2003

FOLEY & LARDNER  
Customer Number: 22428  
Telephone: (202) 672-5426  
Facsimile: (202) 672-5399

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年    9 月 2 6 日  
Date of Application:

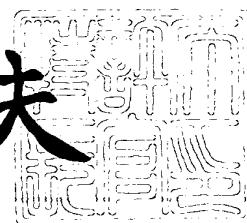
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 2 8 1 5 2 7  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 2 - 2 8 1 5 2 7 ]

出      願      人                      奇美電子股▲ふん▼有限公司  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    9 月    8 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 3 5 0 5

【書類名】 特許願

【整理番号】 PIDA-14218

【提出日】 平成14年 9月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G09F 9/30

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県大和市下鶴間 1 6 2 3 番地 1 4 インターナショナル ディスプレイ テクノロジー株式会社内

【氏名】 辻村 隆俊

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県大和市下鶴間 1 6 2 3 番地 1 4 インターナショナル ディスプレイ テクノロジー株式会社内

【氏名】 田中 淳

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県大和市下鶴間 1 6 2 3 番地 1 4 インターナショナル ディスプレイ テクノロジー株式会社内

【氏名】 村山 浩二

【特許出願人】

【識別番号】 301075190

【氏名又は名称】 インターナショナル ディスプレイ テクノロジー株式会社

【代理人】

【識別番号】 100089118

【弁理士】

【氏名又は名称】 酒井 宏明

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 036711

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0117195

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像表示装置、有機 E L 素子および画像表示装置の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に少なくとも一部が配設された発光制御回路と、前記基板および前記発光制御回路上に配設された絶縁層と、該絶縁層上に配設され、カソード配線層およびアノード配線層を有する発光素子とを備えた画像表示装置であって、

前記アノード配線層と同一の導電材料によって形成される第 1 の導電層と、

前記カソード配線層と電氣的に接続され、前記カソード配線層と同一の導電材料によって形成される第 2 の導電層と、

前記第 1 の導電層と前記第 2 の導電層との間に配設された第 1 のダイヤモンド状炭素薄膜と、

を有し、前記発光制御回路と前記発光素子とを電氣的に接続するコンタクト配線構造を備えたことを特徴とする画像表示装置。

【請求項 2】 前記発光素子は、電流注入によって光を出力する発光層を備え、前記発光層と前記アノード配線層との間に第 2 のダイヤモンド状炭素薄膜がさらに配設されたことを特徴とする請求項 1 に記載の画像表示装置。

【請求項 3】 前記第 1 および第 2 のダイヤモンド状炭素薄膜は、フッ素を含有することを特徴とする請求項 2 に記載の画像表示装置。

【請求項 4】 前記アノード配線層および前記第 1 の導電層は、A l または C u によって形成されることを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の画像表示装置。

【請求項 5】 前記発光層と前記カソード配線層との間に第 3 のダイヤモンド状炭素薄膜がさらに配設されたことを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか一つに記載の画像表示装置。

【請求項 6】 前記カソード配線層および前記アノード配線層は、ほぼ等しい仕事関数を有する金属材料によって形成されることを特徴とする請求項 5 に記載の画像表示装置。

【請求項 7】 前記カソード配線層および前記アノード配線層は、同一の導

電材料によって形成されることを特徴とする請求項 5 または 6 に記載の画像表示装置。

【請求項 8】 前記カソード配線層および前記アノード配線層は、Al または Cu によって形成されることを特徴とする請求項 5 ～ 7 のいずれか一つに記載の画像表示装置。

【請求項 9】 前記発光制御回路は、  
走査信号を供給する走査線と、  
表示信号を供給する信号線と、  
前記有機 EL 素子に対して電流を供給する電源線と、  
前記有機 EL 素子に供給される電流を制御するドライバ素子と、  
供給された前記走査信号および前記表示信号に基づいて前記ドライバ素子を制御するスイッチング素子と、  
を備え、前記コンタクト配線構造は、前記ドライバ素子に電氣的に接続することを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれか一つに記載の画像表示装置。

【請求項 10】 電流注入により発光する有機材料を備えた有機 EL 素子であって、  
前記有機材料によって形成される発光層と、  
前記発光層に対してアノード側に配設されたアノード電極と、  
前記発光層に対してカソード側に配設されたカソード電極と、  
前記発光層と前記アノード電極との間に配設され、前記発光層に対して正孔を供給するダイヤモンド状炭素薄膜と、  
を備えたことを特徴とする有機 EL 素子。

【請求項 11】 前記発光層とカソード電極との間に配設され、前記発光層に対して電子を供給するダイヤモンド状炭素薄膜をさらに備えたことを特徴とする請求項 10 に記載の有機 EL 素子。

【請求項 12】 前記カソード電極および前記アノード電極は、Al または Cu によって形成されることを特徴とする請求項 11 に記載の有機 EL 素子。

【請求項 13】 基板上に発光制御回路を形成する回路形成工程と、  
前記基板および前記発光制御回路上に平坦化層を形成する平坦化層形成工程と

前記平坦化層上の一部領域にアノード配線層を堆積し、前記平坦化層上の他の領域に第 1 の導電層を堆積するアノード堆積工程と、

前記第 1 の導電層上に第 1 のダイヤモンド状炭素薄膜を、前記アノード配線層上に第 2 のダイヤモンド状炭素薄膜を、それぞれ堆積する第 1 のダイヤモンド状炭素堆積工程と、

前記第 2 のダイヤモンド状炭素薄膜上に発光層を堆積する発光層堆積工程と、

前記発光層と前記第 1 のダイヤモンド状炭素薄膜とを導通させるようカソード配線層を堆積するカソード堆積工程と、

を含むことを特徴とする画像表示装置の製造方法。

【請求項 14】 前記アノード堆積工程および前記第 1 のダイヤモンド状炭素堆積工程において、前記平坦化層上に導電材料およびダイヤモンド状炭素を順次堆積した後、単一のマスクパターンを用いてエッチングすることによって前記アノード配線層、前記第 1 の導電層、前記第 1 および第 2 のダイヤモンド状炭素薄膜を形成することを特徴とする請求項 13 に記載の画像表示装置の製造方法。

【請求項 15】 前記カソード配線層の下層に第 3 のダイヤモンド状炭素薄膜を堆積する第 2 のダイヤモンド状炭素堆積工程をさらに含むことを特徴とする請求項 13 または 14 に記載の画像表示装置の製造方法。

【請求項 16】 前記第 2 のダイヤモンド状炭素堆積工程および前記カソード堆積工程において、ダイヤモンド状炭素および導電材料を順次堆積した後、単一のマスクパターンを用いてエッチングすることによって前記第 3 のダイヤモンド状炭素薄膜および前記カソード配線層を形成することを特徴とする請求項 15 に記載の画像表示装置の製造方法。

【請求項 17】 前記第 2 のダイヤモンド状炭素堆積工程および前記カソード堆積工程は、前記発光層を形成する有機材料のガラス転移温度よりも低い温度で行われることを特徴とする請求項 15 または 16 に記載の画像表示装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

**【発明の属する技術分野】**

この発明は、基板上に少なくとも一部が配設された発光制御回路と、基板および発光制御回路上に配設された絶縁層と、絶縁層上に配設され、カソード配線層およびアノード配線層を有する発光素子とを備えた画像表示装置、発光素子を構成する有機EL素子および画像表示装置の製造方法に関し、特に、発光制御回路と発光素子とを接続するコンタクト配線構造において、酸化、腐食による抵抗値の増大もしくは断線が生じることのない画像表示装置、任意の電極材料を用いることのできる有機EL素子および画像表示装置の製造方法に関するものである。

**【0002】****【従来の技術】**

現在、画像表示等を行うディスプレイの分野において、液晶表示装置にかわって有機EL素子を用いた画像表示装置が注目されている。液晶表示装置と比較すると、有機EL素子を用いた画像表示装置は、自発光性のためバックライトが不要であり、優れた応答速度とコントラスト、視認性を有するなど、液晶をしのぐ機能を有する。また、有機EL素子を用いた画像表示装置は構造も比較的単純なことから、製造コストの面でも有利と考えられている。

**【0003】**

有機EL素子は電流注入によって発光するメカニズムを有する。そのため、特に大型のディスプレイを実現する際には、表示領域上に多数設けられた有機EL素子について、電流源によって印加される電位が基板上の位置によって変動することを抑制する必要がある。従って、近年、いわゆる有機EL素子を用いたトップエミッション構造の画像表示装置において、有機EL素子のアノード電極をそのまま電流源まで延伸させるいわゆるアノードライン構造を用いたものが有望視されている。低抵抗のアノード電極を延伸させて電流源と電氣的に接続することで、電流源から有機EL素子までの間の電圧降下を抑制できるためである。

**【0004】**

図9は、アノードライン構造を用いた画像表示装置の従来例の一部構造を示す断面図である。かかる画像表示装置は、回路素子が配設された基板上に平坦化層を備え、平坦化層上に有機EL素子を配設した立体構造を備える。具体的には、



図9に示すように、有機EL素子109に対してそれぞれスイッチング素子、ドライバ素子として機能する薄膜トランジスタ102、103等の回路素子が基板101上に配設されるのに対し、有機EL素子109は、平坦化層106上に配設されている。さらに、有機EL素子109のアノード側には図示を省略した電源線まで延伸した構造を有し、アノード電極および配線構造として機能するアノード配線層107が配設され、カソード側にはカソード配線層110が配線されている。

#### 【0005】

有機EL素子104と薄膜トランジスタ103との間を電氣的に接続するため、平坦化層106は、導電層105の一部領域を露出させるための穴構造を有する。そして、カソード配線層110はかかる穴構造の底の導電層105が露出した領域まで延伸して、導電層105と電氣的に接続した構造を有する（例えば、非特許文献1参照）。

#### 【0006】

有機EL素子104から発せられる光は鉛直上方に出力されるため、有機EL素子104上に配設されるカソード配線層110は良好な光透過特性を備える必要がある。従って、かかる材料を用いて良好な光透過性を確保するために、カソード配線層110は非常に薄く形成され、10nm程度以下の膜厚を有する。一方、平坦化層106は寄生容量を低減するため膜厚を大きくする必要があり、一般には2～5μm程度の膜厚を有する。このため、カソード配線層110を穴構造まで延伸させた場合、特に穴構造の側面において断線するおそれが生じることから、断線を防止するため、穴構造の側面を含む領域において、カソード配線層110の下層に十分な膜厚を有する接続補助層108を配設している。

#### 【0007】

接続補助層108は、アノード配線層107と同一工程によって形成することが可能なため、接続補助層108を新たに設けることで新たな工程を必要としない。従って、製造コストが上昇することなしに、有機EL素子104と発光制御回路との間の断線を防止することができる。

#### 【0008】

**【非特許文献 1】**

ササオカ (T. Sasaoka) 等, トップエミッティング構造および画素回路に適応性電流モードを備えた 13 インチアクティブマトリックス駆動有機 EL ディスプレイ (A 13.0-inch AM-OLED Display with Top Emitting Structure and Adaptive Current Mode Programmed Pixel Circuit (TAC)), " 384 · SID 01 DIGEST ISSN/0001-0966X/01/3201-0384-\$1.00+.00 c 2001 SID", 24.4L

**【0009】****【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、図 9 に示す構造で画像表示装置を構成した場合、種々の問題点が存在することが明らかになっている。まず、第 1 の問題点として、接続補助層 108 とカソード配線層 110 との間の接触界面における電気伝導性の劣化が生じることについて説明する。

**【0010】**

平坦化層 106 に設けられた穴構造近傍においてカソード配線層 110 を補強する接続補助層 108 は、平坦化層 106 を基板 101 上に堆積した後、上記したように、アノード配線層 107 と同時に形成される。従って、接続補助層 108 は、アノード配線層 107 と同じ材料によって形成されており、接続補助層 108 は、アノード配線層 107 と同じ化学的特性を示す。

**【0011】**

アノード配線層 107 は、有機 EL 素子 109 に対して単に電極としてののみならず、正孔注入層としての機能も備える。そのため、有機 EL 素子 109 に対して正孔を効率的に注入可能なように、Pt 等の仕事関数が高い金属材料によって形成される。そして、接続補助層 108 はアノード配線層 107 と同一の材料によって形成されるため、接続補助層 108 も仕事関数が高い材料によって形成される。

**【0012】**

一方、カソード配線層 110 は、有機 EL 素子 109 に対してカソード電極としてののみならず、電子注入層としての機能も備える。従って、有機 EL 素子 109 に対して電子を効率的に注入可能なように、仕事関数の小さな材料によって形

成されている。従って、接続補助層 108 とカソード配線層 110 とは仕事関数が大きく異なることとなり、仕事関数が著しく相違する金属材料同士が接触することとなる。これにより、非常に微量の酸素、水分等が浸入した場合、仕事関数の小さい金属材料によって形成されるカソード配線層 110 の酸化、腐食が促進され、配線構造における抵抗値の増大もしくは断線が生じることとなる。特に、カソード配線層 110 および接続補助層 108 に対しては、有機 EL 素子 109 中を流れた電流がそのまま流れ込むことから、酸化還元反応は電流によって促進される。

#### 【0013】

カソード配線層 110 と接続補助層 108 の界面において酸化還元反応が生じることによって、界面における電氣的接触が破壊され、有機 EL 素子 109 と薄膜トランジスタ 103 との間が断線することとなる。これにより、有機 EL 素子 109 はもはや発光素子としての機能を果たすことが不可能となる。

#### 【0014】

第 2 の問題は、一般的な有機 EL 素子に関するものである。上記したように、有機 EL 素子に付着したカソード電極およびアノード電極は、それぞれキャリア注入を効率的に行うために所定の仕事関数を有する材料によって形成する必要がある。このため、カソード電極およびアノード電極に使用する材料の選択の余地は狭くなり、他の特性に関して必ずしも優れていない材料を用いる必要がある。例えば、仕事関数が小さく、カソード電極として使用される金属材料は、例えば Mg、Ca 等のように外気中の水分、酸素等と容易に反応する。かかる金属材料を使用した場合、1 ppm 程度の水分、酸素によって容易に酸化されるため、カソード電極を外気から完全に遮蔽する必要がある。

#### 【0015】

また、仕事関数が大きく、アノード電極として使用される金属材料は、Pt、Ir 等、通常の導電層に用いられる Al 等の金属材料よりも高価なものが多い。さらに、これらの金属材料はポリマー等によって形成される平坦化層 106 との密着性が良好とはいえず、経年変化によってアノード配線層 107 が平坦化層 106 から剥離するおそれがある。

**【0016】**

この発明は、上記従来技術の問題点に鑑みてなされたものであって、発光制御回路と発光素子とを接続するコンタクト配線構造において、酸化、腐食による抵抗値の増大もしくは断線が生じることのない画像表示装置、任意の電極材料を用いることのできる有機EL素子および画像表示装置の製造方法を提供することを目的とする。

**【0017】****【課題を解決するための手段】**

上記目的を達成するため、請求項1にかかる画像表示装置は、基板上に少なくとも一部が配設された発光制御回路と、前記基板および前記発光制御回路上に配設された絶縁層と、該絶縁層上に配設され、カソード配線層およびアノード配線層を有する発光素子とを備えた画像表示装置であって、前記アノード配線層と同一の導電材料によって形成される第1の導電層と、前記カソード配線層と電氣的に接続され、前記カソード配線層と同一の導電材料によって形成される第2の導電層と、前記第1の導電層と前記第2の導電層との間に配設された第1のダイヤモンド状炭素薄膜とを有し、前記発光制御回路と前記発光素子とを電氣的に接続するコンタクト配線構造を備えたことを特徴とする。

**【0018】**

この請求項1の発明によれば、コンタクト配線構造において、第1の導電層と第2の導電層との間にダイヤモンド状炭素薄膜を配設する構造としたため、カソード配線層と同一の導電材料で形成された第2の導電層が第1の導電層と直接接触することを防止でき、当該画像表示装置内に浸入した微量の水分、酸素等によって第2の導電層の酸化、腐食が促進されることを抑制できる。

**【0019】**

また、請求項2にかかる画像表示装置は、上記の発明において、前記発光素子は、電流注入によって光を出力する発光層を備え、前記発光層と前記アノード配線層との間に第2のダイヤモンド状炭素薄膜がさらに配設されたことを特徴とする。

**【0020】**

この請求項 2 の発明によれば、画像表示装置を構成する発光素子において、発光層とアノード配線層との間に仕事関数が高い値を有し、正孔注入機能を備えたダイヤモンド状炭素薄膜を配設することとしたため、アノード配線層を形成する材料の選択を任意に行うことが可能となり、さらに、アノード配線層と同一材料で形成される第 1 の導電層についても任意の材料によって形成することができる。

#### 【 0 0 2 1 】

また、請求項 3 にかかる画像表示装置は、上記の発明において、前記第 1 および第 2 のダイヤモンド状炭素薄膜は、フッ素を含有することを特徴とする。

#### 【 0 0 2 2 】

また、請求項 4 にかかる画像表示装置は、上記の発明において、前記アノード配線層および前記第 1 の導電層は、Al または Cu によって形成されることを特徴とする。

#### 【 0 0 2 3 】

また、請求項 5 にかかる画像表示装置は、上記の発明において、前記発光層と前記カソード配線層との間に第 3 のダイヤモンド状炭素薄膜がさらに配設されたことを特徴とする。

#### 【 0 0 2 4 】

この請求項 5 の発明によれば、画像表示装置を構成する発光素子において、発光層とカソード配線層との間に仕事関数が低い値を有し、電子注入機能を有するダイヤモンド状炭素薄膜を配設することとしたため、カソード配線層の材料を任意に選択することが可能となり、さらに、カソード配線層と同一の材料によって形成される第 2 の導電層についても任意の材料を用いることができる。

#### 【 0 0 2 5 】

また、請求項 6 にかかる画像表示装置は、上記の発明において、前記カソード配線層および前記アノード配線層は、ほぼ等しい仕事関数を有する金属材料によって形成されることを特徴とする。

#### 【 0 0 2 6 】

また、請求項 7 にかかる画像表示装置は、上記の発明において、前記カソード

配線層および前記アノード配線層は、同一の導電材料によって形成されることを特徴とする。

#### 【0027】

また、請求項 8 にかかる画像表示装置は、上記の発明において、前記カソード配線層および前記アノード配線層は、Al または Cu によって形成されることを特徴とする。

#### 【0028】

また、請求項 9 にかかる画像表示装置は、上記の発明において、前記発光制御回路は、走査信号を供給する走査線と、表示信号を供給する信号線と、前記有機 EL 素子に対して電流を供給する電源線と、前記有機 EL 素子に供給される電流を制御するドライバ素子と、供給された前記走査信号および前記表示信号に基づいて前記ドライバ素子を制御するスイッチング素子とを備え、前記コンタクト配線構造は、前記ドライバ素子に電氣的に接続することを特徴とする。

#### 【0029】

また、請求項 10 にかかる有機 EL 素子は、電流注入により発光する有機材料を備えた有機 EL 素子であって、前記有機材料によって形成される発光層と、前記発光層に対してアノード側に配設されたアノード電極と、前記発光層に対してカソード側に配設されたカソード電極と、前記発光層と前記アノード電極との間に配設され、前記発光層に対して正孔を供給するダイヤモンド状炭素薄膜とを備えたことを特徴とする。

#### 【0030】

また、請求項 11 にかかる有機 EL 素子は、上記の発明において、前記発光層とカソード電極との間に配設され、前記発光層に対して電子を供給するダイヤモンド状炭素薄膜をさらに備えたことを特徴とする。

#### 【0031】

また、請求項 12 にかかる有機 EL 素子は、上記の発明において、前記カソード電極および前記アノード電極は、Al または Cu によって形成されることを特徴とする。

#### 【0032】

また、請求項 1 3 にかかる画像表示装置の製造方法は、基板上に発光制御回路を形成する回路形成工程と、前記基板および前記発光制御回路上に平坦化層を形成する平坦化層形成工程と、前記平坦化層上の一部領域にアノード配線層を堆積し、前記平坦化層上の他の領域に第 1 の導電層を堆積するアノード堆積工程と、前記第 1 の導電層上に第 1 のダイヤモンド状炭素薄膜を、前記アノード配線層上に第 2 のダイヤモンド状炭素薄膜を、それぞれ堆積する第 1 のダイヤモンド状炭素堆積工程と、前記第 2 のダイヤモンド状炭素薄膜上に発光層を堆積する発光層堆積工程と、前記発光層と前記第 1 のダイヤモンド状炭素薄膜とを導通させるようカソード配線層を堆積するカソード堆積工程とを含むことを特徴とする。

### 【 0 0 3 3 】

この請求項 1 3 の発明によれば、アノード配線層と第 1 の導電層とを同一工程で堆積し、第 1 のダイヤモンド状炭素薄膜と第 2 のダイヤモンド状炭素薄膜とを同一工程で堆積することとしたため、画像表示装置を効率的に製造することが可能となる。

### 【 0 0 3 4 】

また、請求項 1 4 にかかる画像表示装置の製造方法は、上記の発明において、前記アノード堆積工程および前記第 1 のダイヤモンド状炭素堆積工程において、前記平坦化層上に導電材料およびダイヤモンド状炭素を順次堆積した後、単一のマスクパターンを用いてエッチングすることによって前記アノード配線層、前記第 1 の導電層、前記第 1 および第 2 のダイヤモンド状炭素薄膜を形成することを特徴とする。

### 【 0 0 3 5 】

この請求項 1 4 の発明によれば、単一のマスクパターンを用いてアノード配線層、第 1 の導電層、第 1 および第 2 のダイヤモンド状炭素薄膜を一度に形成できることから効率的な製造が可能となると共に、ダイヤモンド状炭素薄膜を備えない、従来構造の画像表示装置と比べてマスクパターンの数およびエッチング工程を増やすことなく製造が可能となる。また、単一のマスクパターンを用いて第 1 の導電層および第 1 のダイヤモンド状炭素薄膜を形成することとしたため、第 1 の導電層と第 1 のダイヤモンド状炭素薄膜とで位置ずれを生じることがなく、位

置ずれによって第1の導電層と第2の導電層とが接触することを防止することができる。

#### 【0036】

また、請求項15にかかる画像表示装置の製造方法は、上記の発明において、前記カソード配線層の下層に第3のダイヤモンド状炭素薄膜を堆積する第2のダイヤモンド状炭素堆積工程をさらに含むことを特徴とする。

#### 【0037】

また、請求項16にかかる画像表示装置の製造方法は、上記の発明において、前記第2のダイヤモンド状炭素堆積工程および前記カソード堆積工程において、ダイヤモンド状炭素および導電材料を順次堆積した後、単一のマスクパターンを用いてエッチングすることによって前記第3のダイヤモンド状炭素薄膜および前記カソード配線層を形成することを特徴とする。

#### 【0038】

この請求項16の発明によれば、単一のマスクパターンによって第3のダイヤモンド状炭素薄膜およびカソード配線構造を形成することとしたため、効率的に画像表示装置を製造することができる。

#### 【0039】

また、請求項17にかかる画像表示装置の製造方法は、上記の発明において、前記第2のダイヤモンド状炭素堆積工程および前記カソード堆積工程は、前記発光層を形成する有機材料のガラス転移温度よりも低い温度で行われることを特徴とする。

#### 【0040】

##### 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して、この発明の実施の形態である画像表示装置、有機EL素子および画像表示装置の製造方法について説明する。図面の記載において、同一または類似部分には同一あるいは類似の符号、名称を付している。なお、図面は模式的なものであり、現実のものとは異なることに留意が必要である。また、図面の相互間においても、互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれていることはもちろんである。また、薄膜トランジスタを構成する電極について、ソー



ス電極、ドレイン電極の区別をする必要性に乏しいため、ゲート電極を除いた 2 つの電極を共にソース／ドレイン電極と称する。

#### 【0041】

(実施の形態 1)

まず、この発明の実施の形態 1 にかかる画像表示装置について説明する。実施の形態 1 にかかる画像表示装置は、発光制御回路と発光素子とが異なる層上に積層された構造を有する。また、発光制御回路と発光素子との間の電氣的接続を発光素子のアノード電極を構成する材料とカソード電極を構成する材料とを積層した立体配線構造を有する。そして、本実施の形態 1 にかかる画像表示装置は、発光素子において発光層とアノード電極との間にダイヤモンド状炭素薄膜を配設し、回路素子と発光素子との間の電氣的接続においても、アノード電極を構成する材料とカソード電極を構成する材料との間にダイヤモンド状炭素薄膜を配設した構造を有する。

#### 【0042】

図 1 は、実施の形態 1 にかかる画像表示装置の画素近傍の構造を示す断面図である。以下、図 1 を参照して実施の形態 1 にかかる画像表示装置の構造を詳細に説明する。

#### 【0043】

本実施の形態 1 にかかる画像表示装置は、基板 1 上に発光制御回路を構成する薄膜トランジスタ 2、3 および導電層 4、5 等が配設されている。そして、基板 1、薄膜トランジスタ 2、3 および導電層 4、5 上には導電層 5 の一部領域上に穴構造を備えた平坦化層 6 が配設されている。また、平坦化層 6 の一部領域上には有機 EL 素子 13 が配設されると共に、平坦化層 6 に設けられた穴構造に沿ってコンタクト部 14 が配設される。さらに、コンタクト部 14 は有機 EL 素子 13 のカソード側と導電層 5 とを電氣的に接続するよう配設されている。

#### 【0044】

薄膜トランジスタ 2、3 は、有機 EL 素子 13 に対してそれぞれスイッチング素子、ドライバ素子として機能するためのものである。具体的には、薄膜トランジスタ 3 は、図示を省略した所定の信号線および走査線に接続され、かかる信号

線および走査線を介して供給される表示信号および操作信号に基づいて有機EL素子13に流れる電流値を制御することで、有機EL素子13の発光状態を制御している。

#### 【0045】

平坦化層6は、薄膜トランジスタ2、3等によって構成される発光制御回路と、有機EL素子13によって構成される発光素子とを立体的に配設するために設けられたものである。平坦化層6はポリマー等によって形成され、上面が平坦な構造を有する。平坦化層6を配設し、かつ平坦化層6上に発光層11を配設した構造を採用することで、発光層11を配設する面積を広くすることが可能となり、表示面積の大きな画像表示装置を実現することができる。なお、基板1上に配設される配線構造と平坦化層6上面上に配設される配線構造との間の寄生容量を十分に低い値に抑制するため平坦化層6の膜厚は大きくする必要があり、一般に、平坦化層6の膜厚は2～5  $\mu\text{m}$ 程度とすることが好ましい。

#### 【0046】

有機EL素子13は、発光素子として機能するためのものである。具体的には、有機EL素子13は、アノード配線層7、ダイヤモンド状炭素薄膜9、発光層11およびカソード配線層12aが順次積層された構造を有する。なお、図示は省略したが、必要に応じて発光層のアノード側に正孔輸送層を設け、発光層のカソード側に電子輸送層を設けた構造としても良い。

#### 【0047】

カソード配線層12aは、カソード電極としての機能と、有機EL素子13とコンタクト部14とを接続する配線としての機能を有する。カソード電極として機能するため、カソード配線層12aは、仕事関数の小さな金属材料、例えば、Mg、Sr、Ca等によって形成される。また、発光層11から発する光は、カソード配線層12aを通過して上方に出力される構造を有するため、十分な光透過性を備える必要がある。このため、カソード配線層12aは、約5nm～40nm程度の非常に薄い膜厚の薄膜構造によって形成される。

#### 【0048】

発光層11は、有機EL素子13に対して入力された電流に基づいて実際に光

を発するものである。具体的には、カソード側から注入される電子と、アノード側から注入されるホールとが発光層内部で再結合することによって光を発する。発光層は、フタルシアニン、トリスアルミニウム錯体、ベンゾキノリノラト、ベリリウム錯体等の有機系の材料によって形成され、必要に応じて所定の不純物が添加された構造を有する。

#### 【0049】

アノード配線層7は、有機EL素子13のアノード電極として機能すると共に、有機EL素子13のアノード側と、電源線とを接続するためのものである。本実施の形態1において、アノード配線層7は、Al、Cu等の金属材料によって形成される。

#### 【0050】

ダイヤモンド状炭素薄膜9は、発光層11に対して正孔を供給する正孔注入層として機能するためのものであって、ダイヤモンド状炭素によって形成される。ダイヤモンド状炭素は、DLC (Diamond Like Carbon)、非晶質炭素等とも称し、アモルファス構造を有する。ダイヤモンド状炭素内部における炭素原子の結合状態は、ダイヤモンド構造 (SP<sup>3</sup>結合) とグラファイト構造 (SP<sup>2</sup>結合) の両者から成り立っており、必要に応じて部分的に水素と結合した構造を有する。また、成膜条件によっては一定の割合で炭素、水素以外の不純物も含有する。なお、水素と部分的に結合した構造を有する場合、ダイヤモンド状炭素は、水素化非晶質炭素、水素化ダイヤモンド状炭素とも称する。

#### 【0051】

ダイヤモンド状炭素は、ダイヤモンド構造とグラファイト構造の比率等を変化させることによって仕事関数の値を0.5 eV～5.6 eV程度の範囲で変化させることが可能な特性を有する。具体的には、例えば、成膜時に炭素と共に原料として供給する水素の量を調整することでダイヤモンド構造とグラファイト構造の割合を変化させ、仕事関数の値を変化させている。また、仕事関数の値を高くする観点からはフッ素を添加することも有効であり、本実施の形態1では、ダイヤモンド状炭素薄膜9は、所定量のフッ素を添加したアモルファス構造を有する。

**【0052】**

図2は、ダイヤモンド状炭素の仕事関数の上限値および下限値と、主な金属材料の仕事関数の値とを比較するためのグラフである。図2に示すように、ダイヤモンド状炭素の仕事関数は0.5 eV程度～5.6 eV程度の値を有する。一方、主な金属材料の仕事関数は、最も低い値を有するカリウム（K）でも2 eVより大きく、最も高い値を有する白金（Pt）であっても5.7 eV程度である。従って、ほぼすべての金属材料における仕事関数の値が、ダイヤモンド状炭素における仕事関数の変動の範囲内となり、図2に示す金属材料に変わってダイヤモンド状炭素を用いることが可能である。

**【0053】**

本実施の形態1では、ダイヤモンド状炭素薄膜9は、仕事関数が5.6 eV程度の値を有するよう形成されている。仕事関数の値が高いダイヤモンド状炭素薄膜を用いることとしたのは、ダイヤモンド状炭素薄膜9が、発光層11に対してアノード側に配設されることに起因する。すなわち、有機EL素子13は、アノード側から正孔が注入される構造を有するため、発光層11に対して十分な量の正孔を供給するために、発光層11に接する部分は高い仕事関数の値を有する必要があるからである。

**【0054】**

図3は、成膜条件を変化させて実際に形成したダイヤモンド状炭素薄膜9のイオン化ポテンシャルについて、他のアノード電極材料または正孔注入層の材料と比較したグラフである。具体的には、図3では、他の材料としてITO（Indium Thin Oxide）、CuPc（銅フタロシアニン）、NPBと、所定のパラメータをそれぞれ変化させた成膜条件1～4に基づいて形成されたダイヤモンド状炭素薄膜のイオン化ポテンシャルとを比較している。

**【0055】**

図3にも示すように、ダイヤモンド状炭素薄膜9のイオン化ポテンシャルは最低でも5.3 eV程度のイオン化ポテンシャルを有し、最もイオン化ポテンシャルが低いダイヤモンド状炭素薄膜であってもITO、CuPcよりも高いイオン化ポテンシャルを実現することができる。また、代表的な正孔注入層の材料であ

るNPBと比較しても、成膜条件1の下で形成したダイヤモンド状炭素薄膜は高いイオン化ポテンシャルを有することが図3のグラフから明らかである。このため、ダイヤモンド状炭素薄膜の成膜条件を最適化することによって、従来のものより高いイオン化ポテンシャルを有し、より優れた正孔注入機能を有する正孔注入層を形成することが可能である。

#### 【0056】

また、ダイヤモンド状炭素薄膜9を配設する構造とすることで、ダイヤモンド状炭素薄膜9の下層に配設されたアノード配線層7を任意の金属材料によって形成することが可能である。従来は、アノード配線層が直接発光層に接触する構造を採用していたことから、アノード配線層は正孔注入機能を果たすために仕事関数の値が大きいPt、Ir等の金属材料を使用する必要があった。しかし、本実施の形態1ではダイヤモンド状炭素薄膜9が正孔注入機能を果たすことから、アノード配線層7を形成する材料の仕事関数の値について制限はなく、任意の材料を使用することが可能となる。このため、本実施の形態1では、アノード配線層7の材料として電気伝導性に優れ、平坦化層6との密着性に優れたAl、Cu等の金属材料を使用することができる。

#### 【0057】

つぎに、コンタクト部14について説明する。コンタクト部14は、有機EL素子13と、基板1上に配設された発光制御回路、具体的には発光制御回路の一部である導電層5とを接続するためのものである。コンタクト部14は、接続補助層8、ダイヤモンド状炭素薄膜10およびカソード配線層12bが順次配設された構造からなり、接続補助層8が導電層5と接触し、カソード配線層12bがカソード配線層12aと接続することで有機EL素子13と基板1上の発光制御回路とを電氣的に接続する機能を有する。

#### 【0058】

カソード配線層12bは、コンタクト部14と有機EL素子13とを電氣的に接続するためのものである。カソード配線層12bは、後述するようにカソード配線層12aと同一工程によって形成される。従って、カソード配線層12bは、カソード配線層12aと同一の材料によって形成され、カソード配線層12a

にあわせて膜厚も約 5 nm～40 nm 程度と非常に薄く形成されている。なお、本実施の形態 1 において、カソード配線層 12a、12b は実際には一体的に形成されるが、発明の理解を容易にするため、カソード配線層 12a、12b と分けて説明している。カソード配線層 12a、12b をまとめて扱う場合には、カソード配線層 12 と称する。

#### 【0059】

接続補助層 8 は、コンタクト部 14 における電氣的接続を補助するためのものである。カソード配線層 12b は非常に膜厚が薄いため、特に穴構造の側面においては、カソード配線層 12b のみで十分な電気伝導性を確保することは困難なためである。なお、接続補助層 8 は、後述するようにアノード配線層 7 と同一工程によって形成されているため、アノード配線層 7 と同一の膜厚であって、同一の材料によって形成されている。

#### 【0060】

ダイヤモンド状炭素薄膜 10 は、カソード配線層 12b の劣化を抑制するためのものである。ダイヤモンド状炭素薄膜 10 は、後述するようにダイヤモンド状炭素薄膜 9 と同一工程によって形成され、ダイヤモンド状炭素薄膜 9 と同様に、所定量のフッ素を含有し、高い仕事関数を有する。

#### 【0061】

本実施の形態 1 においてコンタクト部 14 がかかる構造を有することで、以下に示す利点が生じる。まず、接続補助層 8 とカソード配線層 12b との間にダイヤモンド状炭素薄膜 10 が配設される構造としたことで、カソード配線層 12b の劣化を抑制できるという利点がある。すなわち、本実施の形態 1 にかかる画像表示装置では、コンタクト部 14 において接続補助層 8 とカソード配線層 12b とが直接接触することを防止できる。このため、微量の酸素、水分等が画像表示装置内部に浸入した場合であってもカソード配線層 12b の酸化、腐食が促進されることを抑制でき、コンタクト部 26 において良好な電気伝導性を確保することが可能である。なお、間に挟まれたダイヤモンド状炭素薄膜 10 は金属材料によって形成されるのではないため、カソード配線層 12 の酸化を促進することはない。従って、ダイヤモンド状炭素薄膜 10 とカソード配線層 12 とが直接接触

することによってコンタクト部 14 の電気伝導特性が悪化することはない。

#### 【0062】

また、接続補助層 8 を配設することによって、発光層 11 と基板 1 上の発光制御回路を形成する導電層 5 との間を確実に接続することが可能となる。発光層 11 で生じる光を鉛直上方に出力するためには、カソード配線層 12 は十分薄い膜厚で形成される必要がある。一方、平坦化層 6 は、 $2 \sim 5 \mu\text{m}$  程度の膜厚を有することから、コンタクト部 14 においてカソード配線層 12 b は、 $2 \sim 5 \mu\text{m}$  程度の段差に渡って配設されることとなり、カソード配線層 12 b はかかる段差（穴構造の側面）において段切れを生じ、断線するおそれがある。これに対し、カソード配線層 12 の下部に接続補助層 8 を配設することで、コンタクト部 14 における断線を防止し、有機 EL 素子 13 と基板 1 上の導電層 5 との良好な電氣的接続を実現することができる。

#### 【0063】

なお、Al、Cu 等によってアノード配線層 7 を形成した場合、上記したように接続補助層 8 もアノード配線層 7 と同じ材料によって形成されることとなる。接続補助層 8 も平坦化層 6 に形成された穴構造に密着して配設されることから、有機 EL 素子 13 におけるアノード配線層 7 の場合と同様の理由によって平坦化層 6 に対する接続補助層 8 の密着性も向上する。従って、経年変化による膜剥がれ等を防止することができる。また、Al、Cu を用いることで接続補助層 8 の電気伝導性も向上することから、コンタクト部 14 全体の電気抵抗を抑制できるという利点を有する。

#### 【0064】

つぎに、薄膜トランジスタ 2、3 および有機 EL 素子 13 等の相互の間の具体的な接続関係について説明する。図 4 は、薄膜トランジスタ 2、3 および有機 EL 素子 13 との具体的な接続態様を示す等価回路図である。図 4 に示すように、有機 EL 素子 13 のカソード側と薄膜トランジスタ 3 は、薄膜トランジスタ 3 の一方のソース／ドレイン電極を介して接続され、有機 EL 素子 13 の発光状態を制御するドライバ素子として機能する。なお、有機 EL 素子 13 と薄膜トランジスタ 3 との間は、図 1 に示したようにコンタクト部 14 と導電層 5 によって接続

されている。また、薄膜トランジスタ 2 の一方のソース／ドレイン電極は、薄膜トランジスタ 3 のゲート電極と接続されており、薄膜トランジスタ 2 は、薄膜トランジスタ 3 のオン・オフを制御することによってスイッチング素子として機能する。

#### 【0065】

さらに、薄膜トランジスタ 2 のゲート電極は、走査線 16 に接続され、他方のソース／ドレイン電極は信号線 18 に接続される。また、有機 EL 素子 13 のアノード側は電源線 20 に接続されると共に、薄膜トランジスタ 2 の他方のソース／ドレイン電極と電源線 20 との間には、コンデンサ 21 が配設されている。さらに走査線 16、信号線 18、電源線 20 は、それぞれ走査信号を供給する走査線駆動回路 15、表示信号を供給する信号線駆動回路 17、電流を供給する電源線駆動回路 19 に接続された回路構造を有する。

#### 【0066】

そして、供給される走査信号および表示信号に基づいて薄膜トランジスタ 2 からコンデンサ 21 に対して所定の電荷が書き込まれ、書き込まれた電荷量に基づいて薄膜トランジスタ 3 が電源線駆動回路 19 から有機 EL 素子 13 に供給される電流の値を制御する。かかる制御によって有機 EL 素子 13 の発光状態が決定され、所定の画像を表示することが可能となる。

#### 【0067】

つぎに、本実施の形態 1 にかかる画像表示装置の製造方法について説明する。図 5 (a) ～図 5 (c) および図 6 (a) ～図 6 (c) は、本実施の形態 1 にかかる画像表示装置の製造工程を示す図であり、以下、図面を適宜参照して説明する。

#### 【0068】

まず、図 5 (a) に示すように、基板 1 上に薄膜トランジスタ 2、3 および導電層 4、5 等の発光制御回路を形成した後、スピコート法等によって平坦化層 6 を堆積する。平坦化層 6 を形成するにあたっては、一旦基板 1 全面に渡って、例えばポリマーを積層した後、導電層 5 の一部に対応した位置に開口部を有するマスクパターンをフォトリソグラフィ法によって形成し、エッチングを行うこと



で導電層 5 の一部領域が露出した穴構造を形成する。

#### 【0069】

そして、図 5 (b) に示すように、CVD (Chemical Vapor Deposition: 化学気相堆積) 法等によって導電層 22、ダイヤモンド状炭素薄膜 23 を順次積層する。ダイヤモンド状炭素薄膜 23 は、高い仕事関数の値を有するよう水素およびフッ素を供給する原料気体の量を調整した上で積層する。

#### 【0070】

その後、図 5 (c) に示すように、所定のマスクパターン 24 を形成し、エッチングを行うことでアノード配線層 7、接続補助層 8、ダイヤモンド状炭素薄膜 9、10 を形成する。具体的には、フォトリソをスピンコート法等によってダイヤモンド状炭素薄膜 23 上の全体に渡って塗布する。そして、フォトリソグラフィ法によって、所定領域に開口部を有するマスクパターン 24 を形成する。そして、形成したマスクパターン 24 を用いてエッチングを行うことによって、アノード配線層 7、接続補助層 8、ダイヤモンド状炭素薄膜 9、10 が形成される。なお、本工程終了後、マスクパターン 24 は除去される。

#### 【0071】

そして、図 6 (a) に示すように、素子分離のための絶縁層 33 を堆積する。かかる絶縁層は、CVD 法等によって全面に渡って絶縁材料を積層した後、所定のエッチングを施すことによって図 6 (a) に示す形状となる。

#### 【0072】

その後、図 6 (b) に示すように、発光層 11 を形成する。具体的には、所定のシャドウマスクを用いて、所定の材料を蒸着等によって堆積する。ここで、蒸着によって発光層 11 を形成することとしたのは、発光層 11 を構成する有機材料のガラス転移温度が 120℃程度であって、これより高い温度で積層した場合、発光層 11 として機能させることが困難なためである。従って、ガラス転移温度以下で堆積することが可能であれば、蒸着以外の手法を用いても良い。

#### 【0073】

最後に、図 6 (c) に示すように、カソード配線層 12 を形成する。既に発光層 11 が積層されていることから、カソード配線層 12 も発光層 11 のガラス転

移温度よりも低い温度で形成する必要がある。このため、本工程においても、例えば所定のシャドウマスクを用いた蒸着によってカソード配線層 12 を積層する。以上の工程によって、本実施の形態 1 にかかる画像表示装置が製造される。

#### 【0074】

このような画像表示装置の製造方法を用いることによって、以下の利点が生じる。まず、本製造方法は、図 5 (b)、図 5 (c) に示すように、導電層 22 およびダイヤモンド状炭素薄膜 23 を堆積した後、単一のマスクパターン 24 によってアノード配線層 7、接続補助層 8 およびダイヤモンド状炭素薄膜 9、10 を形成している。このため、ダイヤモンド状炭素薄膜 9、10 を新たに配設したにも関わらず、製造に必要とするマスクパターンは従来と同様のものを使用することが可能であり、製造コストの上昇を抑制することができる。

#### 【0075】

また、単一のマスクパターン 24 によって一度にエッチングを行うことでマスクの位置合わせにずれが生じることを防止できる。上記したように、ダイヤモンド状炭素薄膜 10 上に配設されるカソード配線層 12 b が接続補助層 8 と直接接触した場合、カソード配線層 12 b の酸化、腐食が促進されることとなる。このため、ダイヤモンド状炭素薄膜 10 は、接続補助層 8 を覆うよう配設される必要があるが、異なるマスクパターンに基づいて接続補助層 8、ダイヤモンド状炭素薄膜 10 を形成した場合、位置合わせにずれが生じることで接続補助層 8 の一部表面が露出するおそれがある。本製造方法では、同一のマスクパターンで一度にエッチングを行うこととしたため、このような事態が生じることはなく、接続補助層 8 とカソード配線層 12 b との直接的な接触を防止することができる。

#### 【0076】

なお、本実施の形態 1 にかかる画像表示装置の製造方法について、導電層 22 およびダイヤモンド状炭素薄膜 23 を堆積した後に、別々のマスクパターンによってエッチングを行うことで、例えば、ダイヤモンド状炭素薄膜 9 が発光層 11 の下部にのみ残存する構造としても良い。また、導電層 22 およびダイヤモンド状炭素薄膜 23 を堆積する方法として、CVD 法以外にも、蒸着や、MBE (Molecular Beam Epitaxy) 法等を用いても良い。

**【0077】**

(実施の形態2)

つぎに、実施の形態2にかかる画像表示装置について説明する。本実施の形態2にかかる画像表示装置は、実施の形態1と比較して、ダイヤモンド状炭素薄膜9、10を省略する代わりに、カソード配線層の下層に新たにダイヤモンド状炭素薄膜を配設した構造を有する。以下において、実施の形態1と同一の部分については同一の符号を付し、特に言及しない限り同等の構造および機能を有するものとする。

**【0078】**

図7は、実施の形態2にかかる画像表示装置の構造を示す断面図である。図7に示すように、実施の形態2にかかる画像表示装置は、基板1上に発光制御回路を構成する薄膜トランジスタ2、3および導電層4、5が配設されている。そして、基板1、薄膜トランジスタ2、3および導電層4、5上には導電層5の一部領域上に穴構造を備えた平坦化層6が配設されている。また、平坦化層6上面の一部領域上には有機EL素子25が配設されると共に、平坦化層6に設けられた穴構造に沿ってコンタクト部26が配設される。コンタクト部26は、有機EL素子25のカソード側と導電層5とを電氣的に接続するよう配設されている。

**【0079】**

有機EL素子25は、発光素子として機能するためのものである。具体的には、有機EL素子25は、順次アノード配線層27、発光層11、ダイヤモンド状炭素薄膜28a、カソード配線層29aが積層された構造を有する。なお、実施の形態1と同様に必要に応じて正孔輸送層、電子輸送層等を設けた構造としても良い。

**【0080】**

アノード配線層27は、アノード電極としての機能と、有機EL素子25と図示を省略した電源線とを接続する機能とを有する。アノード電極として機能するため、アノード配線層27は、仕事関数の大きな、例えばPt、Ir等によって形成される。

**【0081】**

ダイヤモンド状炭素薄膜 28a は、発光層 11 に対して電子を供給する電子注入層として機能するためのものである。ダイヤモンド状炭素薄膜 28a は、所定量の水素が添加され、ダイヤモンド構造とグラファイト構造が混在したアモルファス構造を有する点では実施の形態 1 と同様であるが、電子供給機能を果たすため、ダイヤモンド状炭素薄膜 28a は仕事関数の値が低く抑えられている。具体的には、仕事関数の値が例えば 0.5 eV 程度となるようダイヤモンド状炭素薄膜 28a は構成されている。なお、本実施の形態 2 にかかる画像表示装置では、発光層 11 で発せられる光は上方に出力される構造を有するが、発光層 11 の上に配設されるダイヤモンド状炭素薄膜 28a が光の透過を妨げることはない。ダイヤモンド状炭素は所定量の水素を添加することによって光透過性が向上する特性を有し、また、本実施の形態 2 にかかる画像表示装置においては、ダイヤモンド状炭素薄膜 28a は光を透過するに十分薄い膜厚で構成されているためである。

#### 【0082】

カソード配線層 29a は、有機 EL 素子 25 とコンタクト部 26 とを接続するためのものである。ダイヤモンド状炭素薄膜 28a、28b のみによって接続することも可能であるが、接続抵抗を低減する観点からはカソード配線層 29a を配設する必要がある。

#### 【0083】

ダイヤモンド状炭素薄膜 28a が電子供給機能を果たすことから、カソード配線層 29a は任意の金属材料を用いて形成することが可能である。本実施の形態 2 においては、良好な電気伝導性を確保する観点から、低抵抗の Al、Cu 等によってカソード配線層 29a は形成されている。なお、実施の形態 1 と同様に、発光層 11 から発せられる光は、カソード配線層 29a を通過して外部に出力されるため、カソード配線層 29a は非常に薄い膜厚を有し、具体的には約 5 nm ~ 40 nm 程度の膜厚を有する。

#### 【0084】

つぎに、コンタクト部 26 について説明する。コンタクト部 26 は、有機 EL 素子 25 と、基板 1 上に配設された発光制御回路の一部である導電層 5 とを接続

するためのものである。具体的には、コンタクト部 26 は、接続補助層 30、ダイヤモンド状炭素薄膜 28b、カソード配線層 29b を順次積層した構造を有する。

#### 【0085】

カソード配線層 29b は、有機 EL 素子 25 とコンタクト部 26 とを接続するためのものである。カソード配線層 29b は、実施の形態 1 と同様にカソード配線層 29a と同一工程によって形成され、カソード配線層 29a と同一材料で構成され、同一の膜厚を有する。そのため、カソード配線層 29b は、具体的には Al、Cu 等の電気伝導性に優れた材料によって形成され、膜厚は約 5 nm ～ 40 nm 程度である。なお、カソード配線層 29b は、実際にはカソード配線層 29a と一体的に形成されるが、説明の便宜上カソード配線層 29a、29b とに分けて説明している。

#### 【0086】

接続補助層 30 は、コンタクト部 26 における電氣的接続を補助するためのものである。カソード配線層 29b の膜厚は非常に薄く、実施の形態 1 と同様に特に穴構造側面においてカソード配線層 29b の段切れを防止し、十分な電気伝導性を確保する必要があるためである。なお、接続補助層 30 はアノード配線層 27 と同一工程によって形成され、構成する材料および膜厚についてはアノード配線層 27 と同一である。

#### 【0087】

ダイヤモンド状炭素薄膜 28b は、接続補助層 30 とカソード配線層 29b とが直接接触することを防ぐためのものである。仕事関数の異なる金属材料同士が直接接触した場合、酸化等によって電気伝導性が悪化する場合があるため、ダイヤモンド状炭素薄膜 28b を配設することで良好な電気伝導性を維持している。なお、ダイヤモンド状炭素薄膜 28b は、ダイヤモンド状炭素薄膜 28a と同一工程によって形成され、実際にはダイヤモンド状炭素薄膜 28a と一体的に形成されている。従って、ダイヤモンド状炭素薄膜 28b の膜厚および材料はダイヤモンド状炭素薄膜 28a と同一となるため、ここでは説明を省略する。

#### 【0088】

以上説明したように、実施の形態 2 にかかる画像表示装置は、有機 EL 素子 25 においてカソード配線層 29 a の下層にダイヤモンド状炭素薄膜 28 a が配設された構造を有し、ダイヤモンド状炭素薄膜 28 a は仕事関数が 0.5 eV 程度と一般の金属材料よりも低いため、より効果的に電子注入機能を果たすことが可能である。また、ダイヤモンド状炭素薄膜 28 a を配設したことで、カソード配線層 29 a を仕事関数の低い材料によって形成する必要がなく、任意の材料を用いることが可能となる。従って、カソード配線層 29 a は、例えば電気伝導性および他の材料との密着性に優れた Al、Cu 等を用いることが可能となる。

#### 【0089】

また、コンタクト部 26 において接続補助層 30 とカソード配線層 29 b との間にダイヤモンド状炭素薄膜 28 b を配設したことで、仕事関数の値が大きく異なる金属層同士が接触することを抑制できる。このため、微量の酸素、水分が画像表示装置内部に浸入した場合であってもカソード配線層 29 b の酸化、腐食が促進されることを抑制でき、コンタクト部 26 において良好な電気伝導性を確保することが可能である。また、有機 EL 素子 25 においてカソード配線層 29 a が任意の材料で形成可能であることに対応して、同一材料で形成されるカソード配線層 29 b について、酸化、腐食が生じにくい材料を用いることが可能となり、コンタクト部 26 は、さらに良好な電気伝導性を確保することができる。

#### 【0090】

なお、実施の形態 2 にかかる画像表示装置は、基本的には実施の形態 1 で説明した製造方法と同様の工程を行うことで製造可能である。ただし、実施の形態 2 にかかる画像表示装置は、アノード配線層上にダイヤモンド状炭素薄膜を有さず、カソード配線層 29 a、29 b 下層にダイヤモンド状炭素薄膜 28 a、28 b を備えた構造を有する。そのため、図 5 (b) に示す工程においてダイヤモンド状炭素薄膜 23 を堆積する必要がない代わりに、図 6 (c) に示す工程でカソード配線層を配設する前にダイヤモンド状炭素薄膜 28 a、28 b を配設する必要がある。従って、本実施の形態 2 にかかる画像表示装置を製造する際には、発光層 11 を堆積した後、単一のシャドウマスク等を用いてダイヤモンド状炭素薄膜および導電層を連続的に堆積することによって形成する。かかる方法を用いるこ

とで、従来と比較してシャドウマスク等のパターン数を増やすことなく画像表示装置を製造することができる。なお、ダイヤモンド状炭素薄膜は発光層 11 を形成した後に堆積することから、堆積の際の温度条件は発光層 11 を構成する有機材料のガラス転移点以下であることが必要となる。このため、かかる低温条件でも良質の薄膜を形成可能な蒸着等によってダイヤモンド状炭素薄膜 28a、28b を堆積することが好ましい。

#### 【0091】

(実施の形態 3)

つぎに、実施の形態 3 について説明する。実施の形態 3 にかかる画像表示装置は、有機 EL 素子について、発光層のアノード側およびカソード側にダイヤモンド状炭素薄膜を配設した構造を有し、コンタクト部において接続補助層とカソード配線層との間に少なくとも 2 層のダイヤモンド状炭素薄膜を配設した構造を有する。なお、実施の形態 1 または実施の形態 2 と同一の部分については同一の符号を付し、特に言及しない限り同等の構造および機能を有するものとする。

#### 【0092】

図 8 は、実施の形態 3 にかかる画像表示装置の一部構造を示す断面図である。図 8 に示すように、本実施の形態 3 にかかる画像表示装置は、基板 1 上に発光制御回路を構成する薄膜トランジスタ 2、3 および導電層 4、5 が配設されている。そして、基板 1、薄膜トランジスタ 2、3 および導電層 4、5 上には導電層 5 の一部領域上に穴構造を備えた平坦化層 6 が配設されている。また、平坦化層 6 の一部領域上には有機 EL 素子 31 が配設され、平坦化層 6 に設けられた穴構造に沿ってコンタクト部 32 が配設される。コンタクト部 32 は、有機 EL 素子 31 のカソード側と導電層 5 とを電氣的に接続するよう配設されている。

#### 【0093】

有機 EL 素子 31 は、実施の形態 1、2 と同様発光素子として機能するためのものである。具体的には、有機 EL 素子 31 は、図 8 に示すようにアノード配線層 7、ダイヤモンド状炭素薄膜 9、発光層 11、ダイヤモンド状炭素薄膜 28a、カソード配線層 29a が順次積層された構造を有する。なお、実施の形態 1、2 と同様に必要に応じて正孔輸送層、電子輸送層等を設けた構造としても良い。

**【0094】**

アノード配線層 7 はアノード電極としての機能および有機 EL 素子 31 と図示を省略した電源線とを接続する機能を有し、ダイヤモンド状炭素薄膜 9 は発光層 11 に対して正孔を注入する機能を有する。かかる機能を果たすため、ダイヤモンド状炭素薄膜 9 は仕事関数が高くなるよう形成されている。

**【0095】**

また、ダイヤモンド状炭素薄膜 28a は、発光層 11 に対して電子を注入する機能を有するものであり、仕事関数が低くなるよう形成されている。さらに、カソード配線層 29a は、カソード電極として機能すると共に、有機 EL 素子 31 とコンタクト部 32 とを電氣的に接続させる機能を有する。

**【0096】**

本実施の形態 3 において、正孔注入機能および電子注入機能はダイヤモンド状炭素薄膜 9、28a がそれぞれ果たすことから、アノード配線層 7 およびカソード配線層 29a はそれぞれ任意の材料によって形成することが可能である。このため、アノード配線層 7 およびカソード配線層 29a は例えば Al、Cu によって形成される。

**【0097】**

つぎに、コンタクト部 32 について説明する。コンタクト部 32 は、具体的には接続補助層 8、ダイヤモンド状炭素薄膜 10、ダイヤモンド状炭素薄膜 28b、カソード配線層 29b が順次積層された構造を有する。すなわち、接続補助層 8 とカソード配線層 29b との間にダイヤモンド状炭素薄膜 10、28b を配設した構造を有する。従って、接続補助層 8 とカソード配線層 29b とを形成するそれぞれの材料の仕事関数の値が相違する場合であっても、実施の形態 1 および実施の形態 2 と同様の理由によってカソード配線層 29b が酸化、腐食することを抑制することができる。

**【0098】**

なお、接続補助層 8 は、実施の形態 1 と同様に、アノード配線層 7 と同一工程で形成され、同一の膜厚、材料で形成されている。さらに、カソード配線層 29b は、実施の形態 2 と同様に、カソード配線層 29a と一体的に形成され、同一



の膜厚、材料で形成される。有機EL素子31の説明において上記したように、アノード配線層7およびカソード配線層29aは任意の材料で形成することが可能であるから、接続補助層8、カソード配線層29bも任意の材料で形成することが可能である。

#### 【0099】

本実施の形態3においては接続補助層8を構成する材料と、カソード配線層29bを構成する材料は、少なくとも互いの仕事関数が等しいものを用いることが好ましい。上記したように、接続補助層8とカソード配線層29bとは、ダイヤモンド状炭素薄膜10、29bが配設されることで互いに接触することはない。しかし、例えばダイヤモンド状炭素薄膜10、29bの膜厚が非常に薄い場合には、接続補助層8とカソード配線層29bとは実質的には接触した状態となり、カソード配線層29bは酸化、腐食することとなる。従って、接続補助層8とカソード配線層29bとが実質的に接触した場合にカソード配線層29bの酸化、腐食を防止するために、本実施の形態3では接続補助層8とカソード配線層29bとが少なくともほぼ等しい仕事関数を有する材料を用いて形成することが好ましい。仕事関数の値の差が小さい場合には、実質的に直接接触した場合であっても接続補助層8がカソード配線層29bの酸化、腐食を促進することはないためである。

#### 【0100】

最も簡単な材料の選択としては、接続補助層8とカソード配線層29bとを形成する材料を同一のものとすることである。この場合、仕事関数が完全に等しくなるだけでなく、製造工程上の煩雑さを低減することもできる。もちろん、異なる材料であっても、例えばZnとAlのように、ほぼ等しい仕事関数を有する材料であればカソード配線層29bの酸化、腐食を防止できる。

#### 【0101】

なお、図8と図1、図7とを比較すれば明らかなように、実施の形態にかかる画像表示装置は、実施の形態1にかかる画像表示装置と、実施の形態2にかかる画像表示装置とを組み合わせた構造を有する。このため、実施の形態1で説明した利点と、実施の形態2で説明した利点とを併せ持つことは明らかである。

**【0102】**

以上、実施の形態1～3に渡って本発明について説明してきたが、この開示の一部をなす論述および図面は本発明を限定するものではないことはもちろんである。この開示から当業者には様々な代替実施の形態、実施例および運用技術が明らかになると思われる。例えば、実施の形態1および実施の形態3において、アノード配線層7とダイヤモンド状炭素薄膜9とは同一マスクを用いることで同一領域上に配設される構造としているが、ダイヤモンド状炭素薄膜9が発光層11下層にのみ配設された構造としても良い。ダイヤモンド状炭素薄膜9は、主として正孔注入機能を果たすためのものであり、電源線まで延伸させる必要は必ずしもないためである。ただし、ダイヤモンド状炭素薄膜9をかかえる構造とした場合にはアノード配線層7形成時と異なるマスクパターンが必要となるため、製造工程を簡略化する観点からは図1、図8に示す構造が好ましい。また、同様にダイヤモンド状炭素薄膜10について、接続補助層8とカソード配線層12とが重なり合う領域にのみ配設した構造としても良い。

**【0103】**

実施の形態2および実施の形態3についても同様である。図7、図8において、ダイヤモンド状炭素薄膜28aとカソード配線層29aとが完全に重なり合うよう配設されているが、ダイヤモンド状炭素薄膜28aを発光層11の上部のみに配設する構造としても良い。また、ダイヤモンド状炭素薄膜28bについても、接続補助層30とカソード配線層29bとが重なり合う領域にのみ配設する構造としても良い。さらに、実施の形態1～3において、接続補助層とカソード配線層との間にダイヤモンド状炭素薄膜以外の膜構造を配設しても良いし、ダイヤモンド状炭素薄膜を3層以上配設する構造としても良い。

**【0104】**

また、実施の形態1～3にかかる画像表示装置は、図4に示すようにいわゆるアクティブマトリックス駆動方式で画像を表示する構造としているが、いわゆるパッシブマトリックス駆動方式で画像を表示する構造としても良い。本発明は発光制御回路と発光素子とが異なる層上に配設された構造であった場合には、駆動方式に関わらず適用することが可能である。また、発光制御回路の一部が発光素

子と同一層上に配設された場合であっても、発光制御回路と有機EL素子との電氣的接続が立体的になされる場合には実施の形態1～3に示すコンタクト部が必要となるため、本発明の適用が可能なのはもちろんである。

#### 【0105】

また、発光制御回路と発光素子とが同一層上に配設された構造であっても、有機EL素子に正孔もしくは電子注入層としてダイヤモンド状炭素薄膜を組み込む構造は有効である。同一層上に配設された場合であっても、ダイヤモンド状炭素薄膜によって正孔または電子を供給する機能を実現させることによって、キャリア注入機能に優れる等上記した有機EL素子に関する利点を享受することが可能である。

#### 【0106】

また、有機EL素子について、実施の形態1～3においてはダイヤモンド状炭素薄膜は正孔もしくは電子注入層としてのみ機能することとし、別途アノード電極およびカソード電極を配設する構造を例として説明している。しかし、かかる構造に限定して解釈する必要はなく、ダイヤモンド状炭素薄膜がキャリア注入機能を備えたアノード電極またはカソード電極とした構造についても本発明に包含されることは言うまでもない。

#### 【0107】

さらに、実施の形態1～3においては、有機EL素子について下層側がアノード側となり、上層側がカソード側となる構造について説明したが、上層側がアノード側となり、下層側がカソード側になる構造についても本発明を適用することは可能である。かかる構造の場合であってもコンタクト部において仕事関数のこととなるダイヤモンド状炭素薄膜によって金属材料同士が直接接触することを防止することで、酸化、腐食の促進を抑制できるという利点を有する。

#### 【0108】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、この発明によれば、コンタクト配線構造において、第1の導電層と第2の導電層との間にダイヤモンド状炭素薄膜を配設した構成としたため、カソード配線層と同一の導電材料で形成された第2の導電層が第1の導電

層と直接接触することを防止できるという効果を奏すると共に、当該画像表示装置内に浸入した微量の水分、酸素等によって第2の導電層の酸化、腐食が促進されることを抑制できるという効果を奏する。

#### 【0109】

また、この発明によれば、画像表示装置を構成する発光素子において、発光層とアノード配線層との間に仕事関数が高い値を有し、正孔注入機能を備えたダイヤモンド状炭素薄膜を配設する構成としたため、アノード配線層を形成する材料の選択を任意に行うことが可能となり、さらに、アノード配線層と同一材料で形成される第1の導電層についても任意の材料によって形成することができるという効果を奏する。

#### 【0110】

また、この発明によれば、画像表示装置を構成する発光素子において、発光層とカソード配線層との間に仕事関数が低い値を有し、電子注入機能を有するダイヤモンド状炭素薄膜を配設する構成としたため、カソード配線層の材料を任意に選択することが可能となり、さらに、カソード配線層と同一の材料によって形成される第2の導電層についても任意の材料を用いることができるという効果を奏する。

#### 【0111】

また、この発明によれば、アノード配線層と第1の導電層とを同一工程で堆積し、第1のダイヤモンド状炭素薄膜と第2のダイヤモンド状炭素薄膜とを同一工程で堆積することとしたため、画像表示装置を効率的に製造できるという効果を奏する。

#### 【0112】

また、この発明によれば、単一のマスクパターンを用いてアノード配線層、第1の導電層、第1および第2のダイヤモンド状炭素薄膜を一度に形成できることから効率的な製造が可能となると共に、ダイヤモンド状炭素薄膜を備えない、従来構造の画像表示装置と比べてマスクパターンの数およびエッチング工程を増やすことなく製造できるという効果を奏する。また、単一のマスクパターンを用いて第1の導電層および第1のダイヤモンド状炭素薄膜を形成することとしたため

、第1の導電層と第1のダイヤモンド状炭素薄膜とで位置ずれを生じることがなく、位置ずれによって第1の導電層と第2の導電層とが接触することを防止することができるという効果を奏する。

### 【0113】

また、この発明によれば、単一のマスクパターンによって第3のダイヤモンド状炭素薄膜およびカソード配線構造を形成する構成としたため、効率的に画像表示装置を製造することができるという効果を奏する。

### 【図面の簡単な説明】

#### 【図1】

実施の形態1にかかる画像表示装置の一部の構造を示す断面図である。

#### 【図2】

ダイヤモンド状炭素の仕事関数の変動範囲と一般的な金属の仕事関数とを比較したグラフである。

#### 【図3】

ダイヤモンド状炭素と従来のアノード電極の材料および正孔注入層のイオン化ポテンシャルを比較したグラフである。

#### 【図4】

実施の形態1にかかる画像表示装置の具体的な配線構造を説明するための等価回路図である。

#### 【図5】

(a)～(c)は、実施の形態1にかかる画像表示装置の製造工程を示す図である。

#### 【図6】

(a)～(c)は、実施の形態1にかかる画像表示装置の製造工程を示す図である。

#### 【図7】

実施の形態2にかかる画像表示装置の一部の構造を示す断面図である。

#### 【図8】

実施の形態3にかかる画像表示装置の一部の構造を示す断面図である。

## 【図 9】

従来技術にかかる画像表示装置の一部の構造を示す断面図である。

## 【符号の説明】

- 1        基板
- 2、3   薄膜トランジスタ
- 4、5   導電層
- 6       平坦化層
- 7       アノード配線層
- 8       接続補助層
- 9       ダイヤモンド状炭素薄膜
- 10      ダイヤモンド状炭素薄膜
- 11      発光層
- 12、12 a、12 b   カソード配線層
- 13      有機 E L 素子
- 14      コンタクト部
- 15      走査線駆動回路
- 16      走査線
- 17      信号線駆動回路
- 18      信号線
- 19      電源線駆動回路
- 20      電源線
- 21      コンデンサ
- 22      導電層
- 23      ダイヤモンド状炭素薄膜
- 24      マスクパターン
- 25      有機 E L 素子
- 26      コンタクト部
- 27      アノード配線層
- 28 a、28 b       ダイヤモンド状炭素薄膜

2 9 a、2 9 b カソード配線層

3 0 接続補助層

3 1 有機 E L 素子

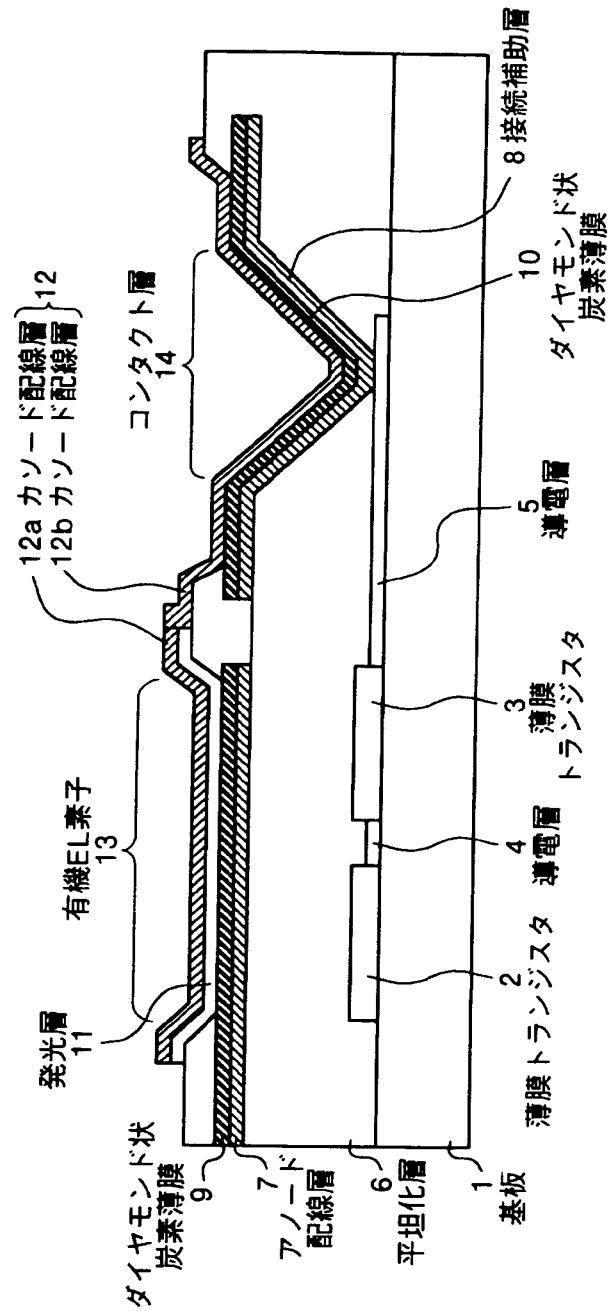
3 2 コンタクト部

3 3 絶縁層

【書類名】

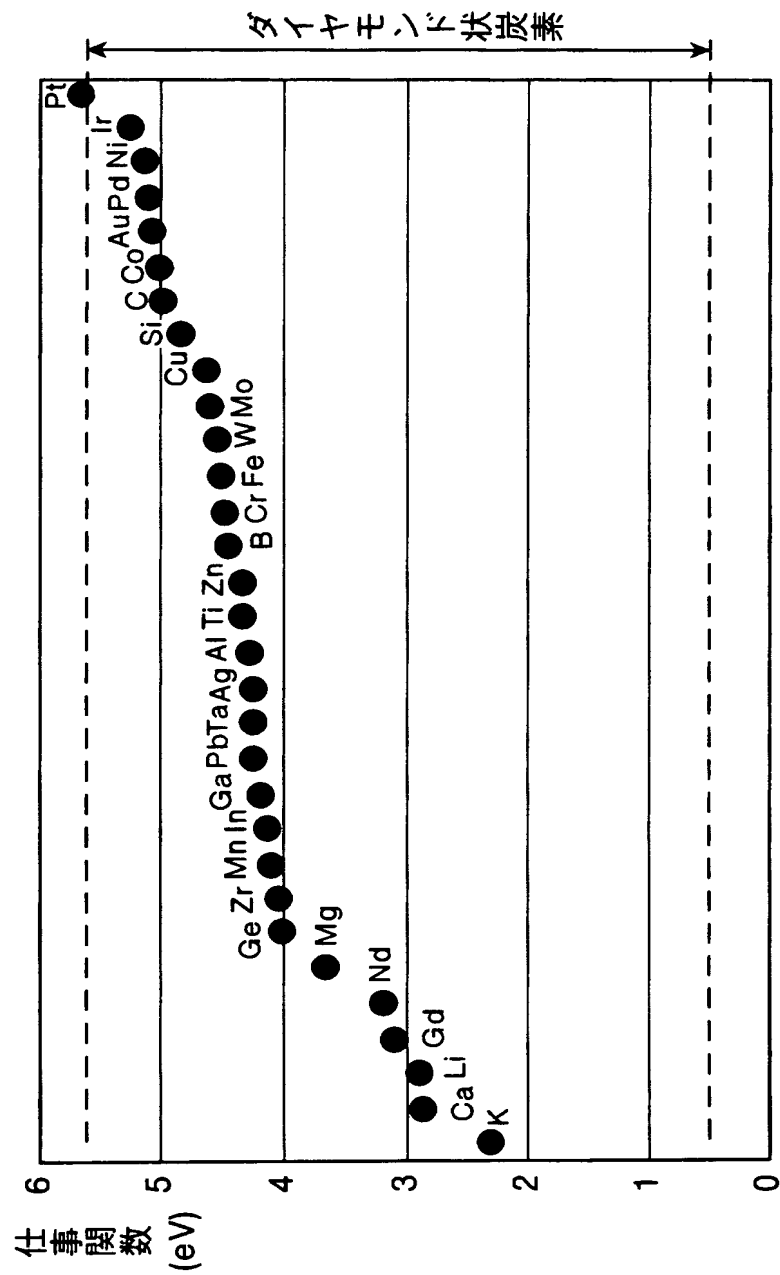
図面

【図 1】

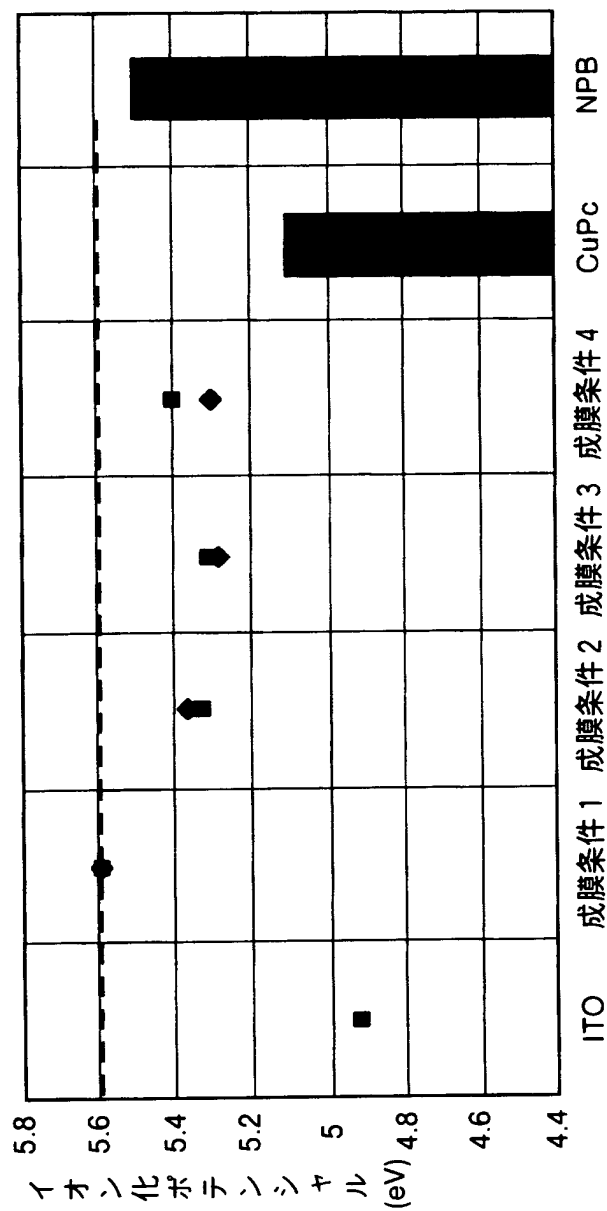




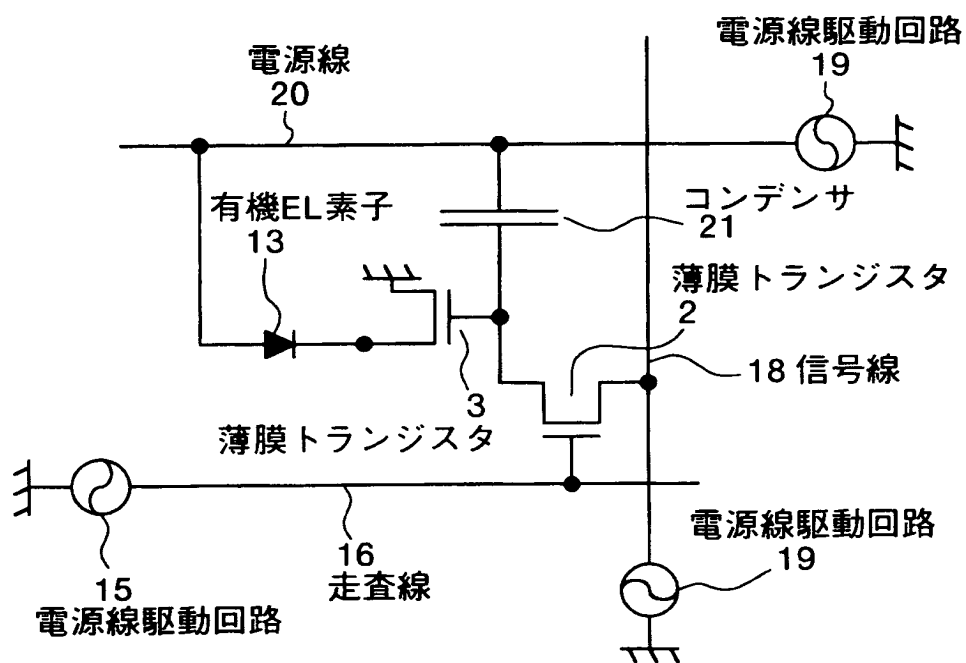
【図 2】



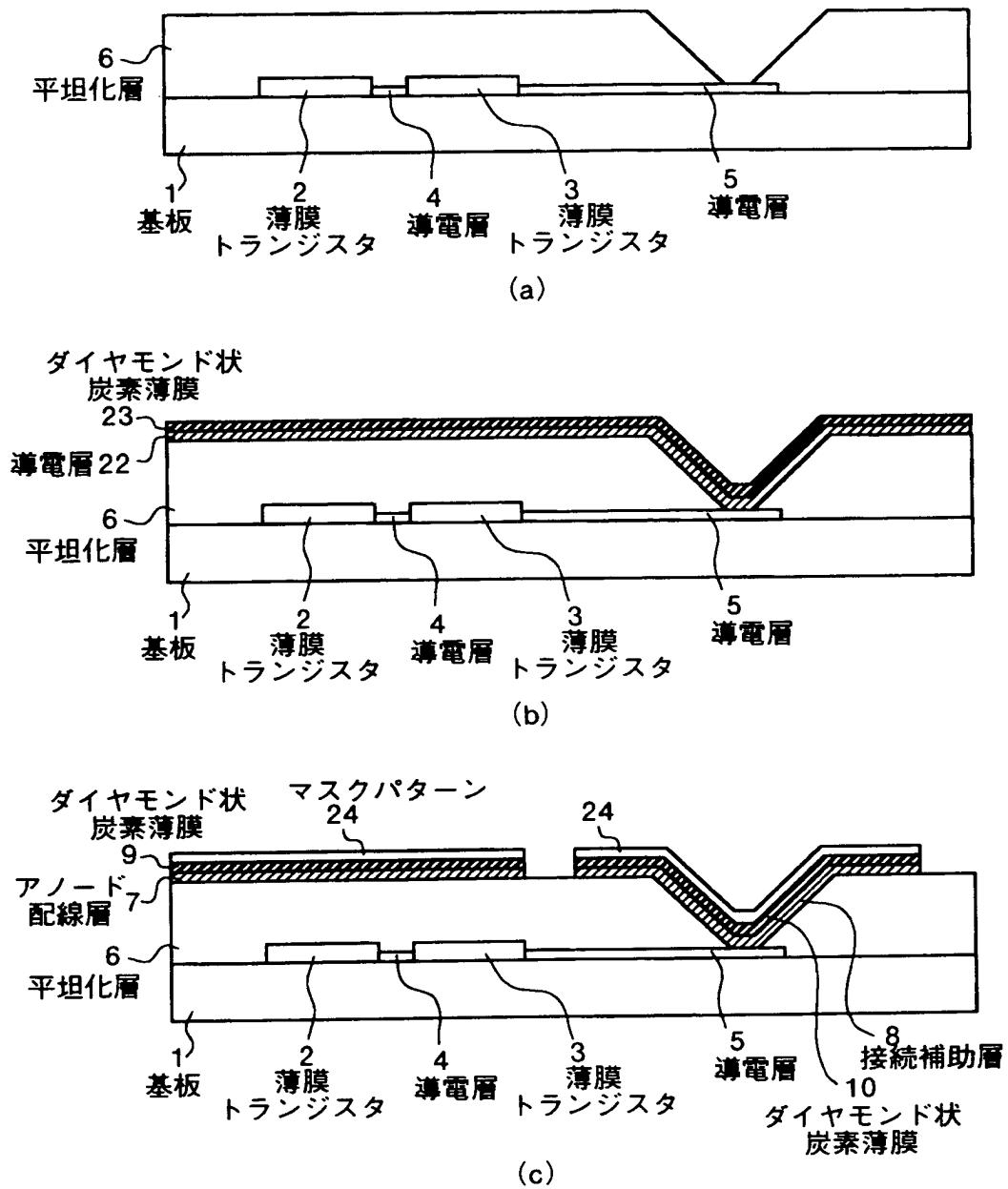
【図 3】



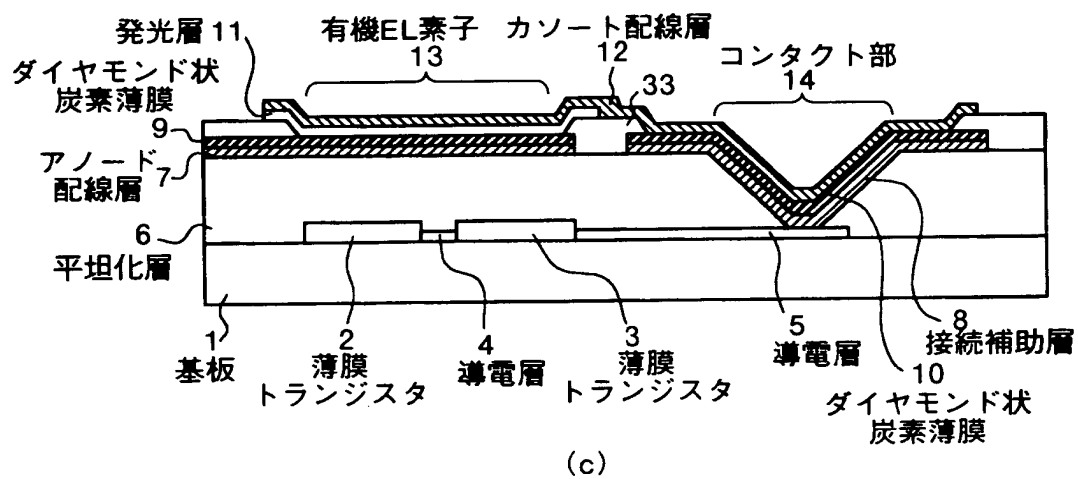
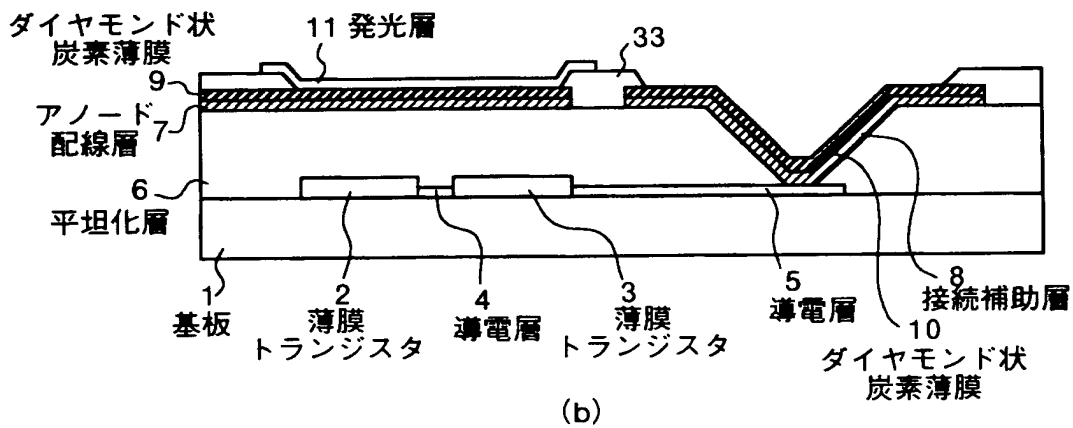
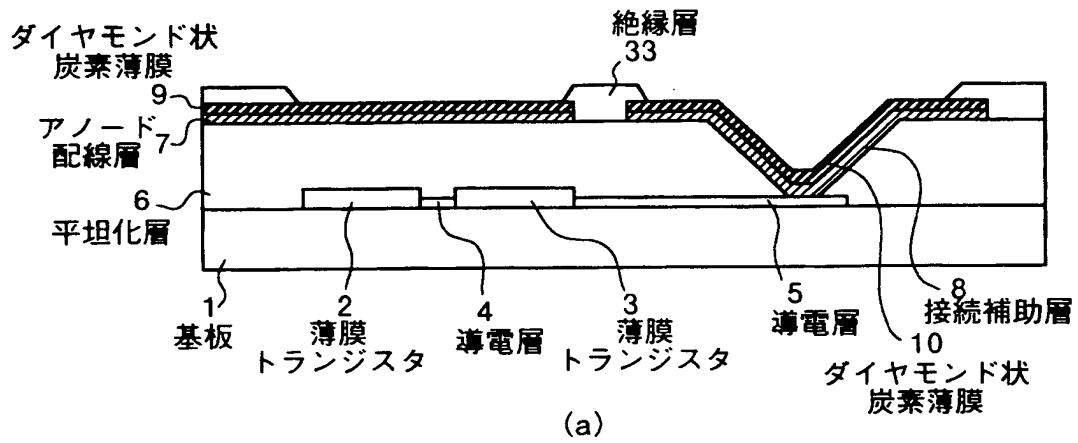
【図 4】



【図 5】

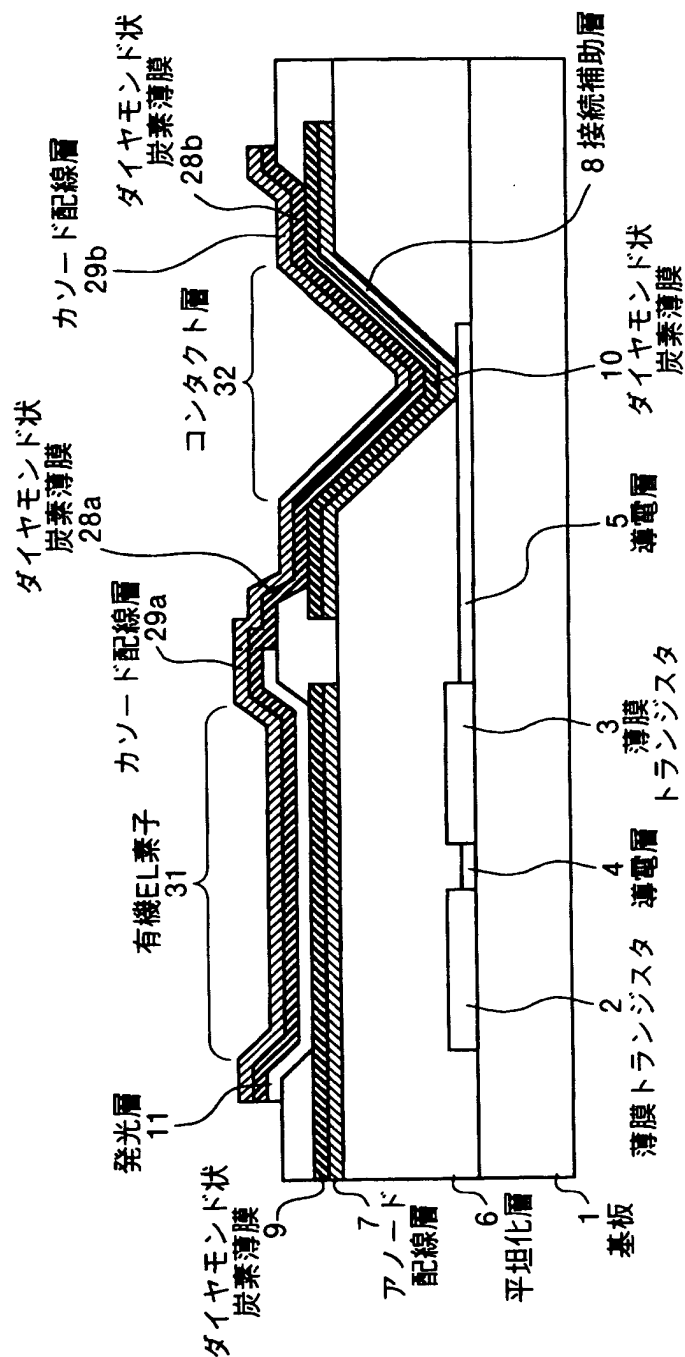


【図6】

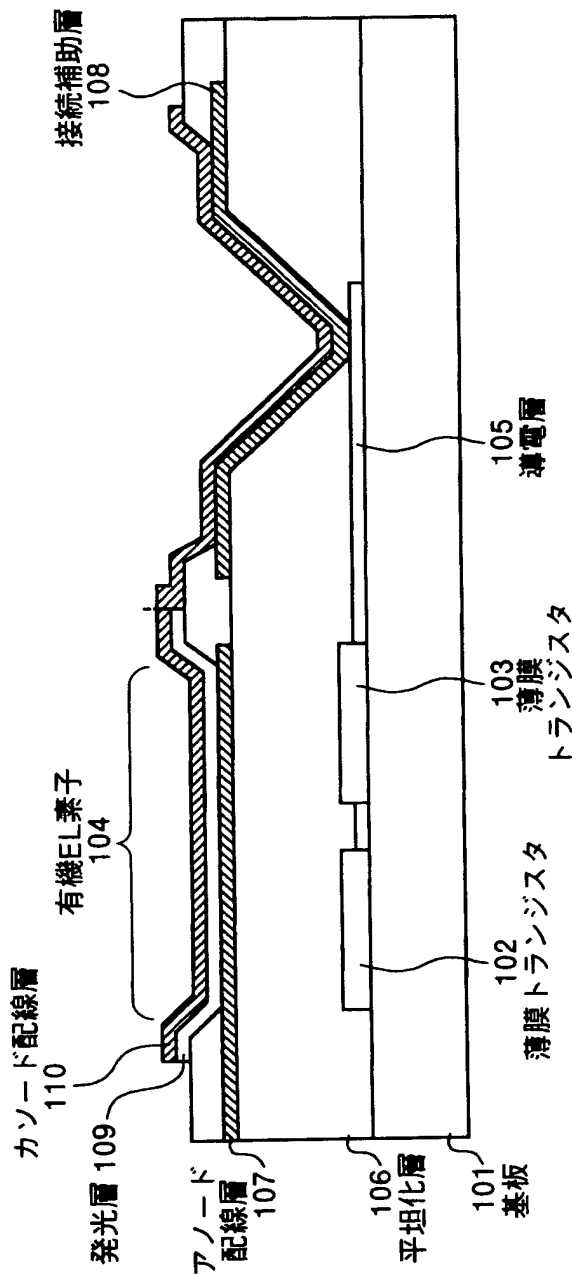




【図 8】



【図 9】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 異なる層上に配設された有機 E L 素子と発光制御回路とを接続する配線構造が良好な電気伝導性を有する画像表示装置を実現すること。

【解決手段】 基板 1 上に発光制御回路を構成する薄膜トランジスタ 2、3 および導電層 4、5 等が配設されている。基板 1、薄膜トランジスタ 2、3 および導電層 4、5 上には導電層 5 の一部領域上に穴構造を備えた平坦化層 6 が配設されている。また、平坦化層 6 の一部領域上には有機 E L 素子 1 3 が配設されると共に、平坦化層 6 に設けられた穴構造に沿ってコンタクト部 1 4 が配設される。コンタクト部 1 4 は、接続補助層 8、ダイヤモンド状炭素薄膜 1 0、カソード配線層 1 2 b が順次積層された構造を有し、接続補助層 8 とカソード配線層 1 2 b とが直接接触することを防止し、微量の酸素、水分等が浸入した場合であってもカソード配線層 1 2 b の酸化、腐食が促進されることを抑制している。

【選択図】 図 1

【書類名】 出願人名義変更届  
【整理番号】 PIDA-14218  
【提出日】 平成15年 4月 2日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【事件の表示】  
【出願番号】 特願2002-281527  
【承継人】  
【識別番号】 599142729  
【氏名又は名称】 奇美電子股▲ふん▼有限公司  
【承継人代理人】  
【識別番号】 100089118  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 酒井 宏明  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 036711  
【納付金額】 4,200円  
【提出物件の目録】  
【包括委任状番号】 0216759  
【物件名】 譲渡証書 1  
【援用の表示】 手続補足書にて提出の譲渡証書  
【プルーフの要否】 要

特願 2 0 0 2 - 2 8 1 5 2 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 3 0 1 0 7 5 1 9 0 ]

1 . 変更年月日

2 0 0 1 年 1 1 月 2 2 日

[変更理由]

新規登録

住 所

滋賀県野洲郡野洲町市三宅 8 0 0 番地

氏 名

インターナショナル ディスプレイ テクノロジー株式会社

特願 2 0 0 2 - 2 8 1 5 2 7

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[ 5 9 9 1 4 2 7 2 9 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 9 年 1 0 月 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

台湾台南県台南科学工業園区新市郷奇業路 1 号

氏 名

奇美電子股▲ふん▼有限公司